Andijon viloyati sharoitida xorijiy va mahalliy soya navlariga mikrobiologik oʻgʻitlarning taʼsiri

Magistrlik dissertatsiyasi uchun matn (Word’ga mos)

Kirish

Bozor iqtisodiyoti sharoitida aholining oziq-ovqat xavfsizligini taʼminlash, chorvachilik tarmogʻini yuqori sifatli ozuqa bilan barqaror taʼminlash va import oʻrnini bosuvchi mahsulotlar yetishtirish Oʻzbekiston qishloq xoʻjaligining eng muhim strategik vazifalaridan biridir. Soya (Glycine max (L.) Merr.) donida yuqori miqdorda hazm boʻladigan oʻsimlik oqsili va yogʻi mavjud boʻlib, u oziq-ovqat sanoati, yogʻ-moy sanoati, chorvachilik va parrandachilik uchun universal xom ashyo hisoblanadi. Adabiyotlarda soya dondagi oqsil va yogʻning yuqori miqdori tufayli dukkaklilar oilasi orasida iqtisodiy qiymati eng baland ekinlardan biri ekanligi qayd etilgan **8.1**.

Soya yetishtirishning yana bir muhim jihati – uning biologik azot fiksatsiyasi hisobiga tuproq unumdorligini tiklash va barqarorlashtirishdagi roli hisoblanadi. Soya rizobiyalari bilan simbiozga kirishib, atmosferadagi erkin azotni bogʻlaydi va almashlab ekishda keyingi ekinlar uchun qulay agrofon yaratadi **5.1**. Shu bois, Andijon viloyatida soya ekin maydonlarini kengaytirish, ayniqsa, paxta-gʻalla almashlab ekish tizimiga soya kiritish ekinlar strukturasini diversifikatsiya qilish, tuproq azot balansini yaxshilash va mineral azot oʻgʻitlariga qaramlikni kamaytirish imkonini beradi.

Oxirgi yillarda dunyo miqyosida kimyoviy oʻgʻitlar narxining oshishi, ularning tuproq-suv muhitiga salbiy taʼsiri va global iqlim oʻzgarishi fonida barqaror, ekologik xavfsiz texnologiyalarga oʻtish zarurati keskinlashmoqda. Shu munosabat bilan mikrobiologik oʻgʻitlar, yaʼni foydali bakteriyalar va qoʻziqorinlarga asoslangan biooʻgʻitlardan foydalanish dolzarb boʻlib bormoqda. Ular oʻsimliklarning oziqlanishini optimallashtirish, tuproq biogenligini oshirish va hosildorlikni koʻtarish bilan birga, mineral oʻgʻitlar normasini kamaytirish imkonini beradi **19.1**.

Ilmiy adabiyotlarda soya yetishtirishda turli mikrobiologik preparatlar – rizobiy inokulyantlar, fosfor erituvchi va oʻsishni ragʻbatlantiruvchi rizobakteriyalar (PGPR), arbuskulyar mikoriza qoʻziqorinlari hamda “Effective Microorganisms (EM)” tipidagi kompleks preparatlarning ijobiy taʼsiri koʻplab tajribalarda isbotlangan. Masalan, NPK oʻgʻiti bilan birgalikda EM qoʻllash varianti soya hosilini 15 % dan ortiq oshirgani va tuproq biogenligi koʻrsatkichlarini sezilarli yaxshilagani aniqlangan **8.22.1**. Shuningdek, murakkab mikrobiologik

o‘g‘itlarni mineral o‘g‘itlar bilan integratsiyalash soya maydonlarida tuproq zichligini kamaytirib, porozlikni oshirgani va hosilni 13 % gacha ko‘targani ko‘rsatilgan **19.2**.

Biroq mavjud ilmiy ma’lumotlar ko‘proq Rossiya, Xitoy, Braziliya, Turkiya kabi mamlakatlarning iqlim-tuproq sharoitlariga tegishli bo‘lib, O‘zbekiston, xususan Andijon viloyatining sug‘oriladigan bo‘z tuproqlarida xorijiy va mahalliy soya navlariga mikrobiologik o‘g‘itlar ta’sirini kompleks o‘rganishga bag‘ishlangan tadqiqotlar yetarli emas. Shu sababli, mahalliy sharoitda nav × mikrobiologik o‘g‘it × o‘g‘itlash tizimi o‘zaro ta’sirini o‘rganish ilmiy va amaliy jihatdan dolzarb hisoblanadi.

Mazkur dissertatsiya ishining maqsadi – Andijon viloyati sharoitida ayrim xorijiy va mahalliy soya navlarida turli mikrobiologik o‘g‘itlar va ularning mineral o‘g‘itlar bilan kombinatsiyasining o‘sish, rivojlanish, hosildorlik, don sifati va tuproq agrobiologik ko‘rsatkichlariga ta’sirini aniqlashdan iborat.

Maqsadga erishish uchun quyidagi vazifalar belgilandi:

- soya biologiyasi, nav xususiyatlari va mikrobiologik o‘g‘itlar bo‘yicha mavjud ilmiy adabiyotlarni tahlil qilish;
- Andijon viloyatining tabiiy-iqlim va tuproq-agrokimyoviy sharoitini tahlil qilish;
- xorijiy va mahalliy soya navlari hamda mikrobiologik o‘g‘itlar ishtirokida dala tajribasi sxemasini ishlab chiqish;
- nav va o‘g‘it variantlarida o‘sish va rivojlanish dinamikasini, nodulyatsiya va biologik azot fiksatsiyasi ko‘rsatkichlarini aniqlash;
- hosildorlik, hosil elementlari hamda donning oqsil-yog‘ tarkibini baholash;
- mikrobiologik o‘g‘itlarning tuproq fizik-kimyoviy va mikrobiologik xususiyatlariga ta’sirini aniqlash;
- turli variantlarning iqtisodiy samaradorligini hisoblab, Andijon viloyati sharoitida eng maqsadga muvofiq nav × o‘g‘it kombinatsiyalarini tavsiya etish.

Dissertatsiya ishining ilmiy yangiligi – Andijon viloyati sug‘oriladigan sharoitida soya navlarining mikrobiologik o‘g‘itlarga javob reaksiyasi, ularning simbioz apparati va hosildorligi bilan bog‘liq kompleks ko‘rsatkichlarning birgalikda tahlil qilinishida namoyon bo‘ladi. Amaliy ahamiyati esa – hosildorlikni oshirgan holda mineral azot o‘g‘itlari normasini qisqartirishga, yer unumdorligini tiklashga va ekologik toza texnologiyalarni joriy etishga xizmat qiluvchi tavsiyalar ishlab chiqilishida ko‘rinadi.

1-bob. Soya yetishtirishning ilmiy-nazariy asoslari

1.1. Soya oʻsimligining biologik va agroiqtisodiy xususiyatlari

Soya dukkaklilar oilasiga mansub bir yillik oʻsimlik boʻlib, kuchli rivojlangan poya va barglar sistemasiga, nisbatan chuqur kirib boruvchi ildiz tizimiga ega. Donida yuqori miqdorda oqsil (35–45 % gacha) va yogʻ (18–22 % gacha) saqlanishi uni nafaqat yem-xashak, balki oziq-ovqat ekini sifatida ham katta ahamiyatga ega qiladi. Ilmiy manbalarda soya dondagi oqsil va yogʻning yuqori foizi sababli iqtisodiy qiymati balandligi alohida ta’kidlangan **8.3**.

Soya dondan olingan shrot va kunjara chorvachilik, parrandachilik tarmoqlarida yuqori toʻyimliligi sababli keng qoʻllaniladi, deb koʻrsatiladi. Bundan tashqari, soya yogʻi va oqsil kontsentrati turli oziq-ovqat mahsulotlari (kolbasa, sut oʻrinbosarlari, bolalar ovqati, parhez mahsulotlar) ishlab chiqarishda xom ashyo hisoblanadi. Shuning uchun ham soya yetishtirish mamlakat oziq-ovqat xavfsizligini ta’minlash va import oʻrnini bosuvchi mahsulotlar ulushini oshirishda muhim rol oʻynaydi.

Agroiqtisodiy nuqtai nazardan soya almashlab ekishda ham katta ahamiyatga ega. Uning rizobiyalari bilan simbiozida hosil boʻladigan tugunaklar atmosferadagi erkin azotni bogʻlab, oʻsimlikka va keyingi ekinlarga foydalanish uchun biologik azot zahirasini yaratadi **5.2**. Ba’zi tadqiqotlarda soya navlarida biogen azot fiksatsiyasi 119–140 kg/ga gacha yetishi mumkinligi aniqlangan **5.3**. Bu esa almashlab ekishda mineral azot oʻgʻitlari sarfini kamaytirish imkoniyatini beradi.

1.2. Soya navlari, ularning simbioz qobiliyati va genotip xususiyatlari

Soya navlari agrobiologik xususiyatlari, pishish muddati, hosildorlik potensiali va rizobakteriyalar bilan simbioz qobiliyati boʻyicha sezilarli darajada farqlanadi. Ayrim navlar yuqori tugunak hosil qilishi, nodulelar massasining katta boʻlishi va koʻproq miqdorda biologik azot fiksatsiyasi bilan ajralib turadi. Masalan, Samorodok va Amadeus navlarida Rizoline inokulyanti va kelatli mikrooʻgʻitlar bilan bargdan oziqlantirish qoʻllanganda tugunaklar soni oʻrtacha 50–55 dona/ oʻsimlik, faol tugunaklar esa 36–40 dona/ oʻsimlikni tashkil etgani, umumiy va faol tugunak massasi bor-yoʻgʻi 515–586 mg/oʻsimlik boʻlgani qayd etilgan **5.4**. Shu bilan birga, bu navlarda biologik fiksatsiyalangan azot miqdori yuqori boʻlib, hosildorlikka sezilarli hissa qoʻshgan.

Boshqa tadqiqotlarda turli genotiplar EM va NPK bilan kompleks o‘g‘itlanganda tuproq biogenligi ko‘rsatkichlari va hosildorlik bo‘yicha farqli reaksiyalar ko‘rsatgani aniqlangan. Masalan, Rubin navida EM+NPK varianti bilan eng yuqori hosil – 4105,03 kg/ga qayd etilgan **2.2**. Bu ma’lumotlar soya navlarining mikrobiologik o‘g‘it va oziqlantiruvchi tizimga genetik jihatdan turlicha javob berishini ko‘rsatadi.

1.3. Mikrobiologik o‘g‘itlar turlari va ularning ta’sir mexanizmi

Mikrobiologik o‘g‘itlar tarkibiga, odatda, quyidagi guruhdagi mikroorganizmlar kiradi:

- azot fiksatsiyalovchi rizobakteriyalar (Bradyrhizobium, Rhizobium va b.);
- fosfat erituvchi va mobilizatsiyalovchi bakteriyalar (Bacillus megaterium, Pseudomonas spp. va b.);
- o‘sishni rag‘batlantiruvchi rizobakteriyalar (PGPR – Bacillus subtilis, Azospirillum, Azotobacter va b.);
- arbuskulyar mikoriza qo‘ziqorinlari (AMF);
- EM tipidagi kompleks preparatlar (turli foydali bakteriya va qo‘ziqorinlar aralashmasi).

EM va ularga o‘xshash kompleks preparatlarni NPK bilan birga qo‘llash ko‘plab tajribalarda don hosili, oqsil va yog‘ tarkibi hamda tuproq biogenligini oshirishi bilan tavsiflangan. Masalan, NPK + EM varianti nazoratga nisbatan hosilni 15,67 % ga, oqsil va yog‘ miqdorini mos ravishda 0,34 va 0,47 % ga oshirgani ko‘rsatilgan **8.4**. Boshqa tajribada esa EM tuproq va bargdan ishlatilganda, ayniqsa EM+NPK varianti bilan hosil 15,95 % ga ko‘paygani qayd etilgan **2.3**.

Tripartit simbioz (rizobiy + PGPR + mikoriza) asosidagi kompleks inokulyatsiya ham ijobiy natija beradi. Bunday uchlik inokulyatsiyada o‘simlik bo‘yi, tugunaklar soni va don hosili 17–20 % gacha oshgani, shuningdek, don tarkibidagi oqsil va yog‘ miqdori ham sezilarli ortgani aniqlangan **17.1**. Bu natijalar mikrobiologik o‘g‘itlarning nafaqat azot fiksatsiyasi, balki P va boshqa elementlarning o‘zlashtirilishini yaxshilashi, fitogormonlar sintezini rag‘batlantirishi va o‘simlik immunitetini kuchaytirishi bilan bog‘liqligini ko‘rsatadi.

1.4. Mikrobiologik o‘g‘itlar va tuproq mikrobiologik faolligi

Mikrobiologik o‘g‘itlar tuproqdagi mikroorganizmlar soni, xilma-xilligi va funksional faoliyatiga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. Uzoq muddatli tajribada rizobiy inokulyatsiyasi va PK o‘g‘itlari birgalikda qo‘llanganda soya tugunaklarining quruq massasi 33,94 % ga oshgani va o‘rtacha hosil nazoratga nisbatan 32,25 %

ga ortgani, shuningdek, tuproq bakteriotsenozining tarkibi qayta shakllangani aniqlangan **18.1**. Boshqa tadqiqotlarda esa murakkab mikrobiologik oʻgʻitlar bilan birga kimyoviy oʻgʻit qoʻllash tuproqning fizik xossalarini yaxshilab, zichlikni kamaytirgani va agregatlar hosil boʻlishini kuchaytirgani, natijada soya hosili 13,02 % ga oshgani koʻrsatilgan **19.3**.

Yangi avlod tadqiqotlari murakkab bakterial konsorsiumlar soya rizosferasi kimyosini, oʻsimlik oziqlanishini va don hosilini modulyatsiya qilishini koʻrsatadi. Bunday konsorsiumlar rizosoil unumdorligini oshirib, bakterial hamjamiyatning tarkibi va funksional yoʻnalishini oʻzgartiradi **12.1**. Bu esa kelajakda Andijon sharoitida ham maxsus moslashtirilgan konsorsiumlardan foydalanish orqali soya hosildorligini barqaror oshirish imkonini beradi.

1.3. Soya yetishtirishda oʻgʻitlash tizimlari va biooʻgʻitlarning oʻrni

Soya yetishtirishda an’anaviy ravishda mineral oʻgʻitlar (ayniqsa, NPK) asosiy oʻrinda boʻlib kelgan. Biroq faqat mineral oʻgʻitlardan foydalanish koʻpincha tuproqda faqat mineral azotdan foydalana oladigan mikroorganizmlar rivojlanishini keskin kuchaytirib, boshqa foydali gruppalarning nisbiy kamayishiga olib kelishi mumkinligi ta’kidlangan **1.1**. Shu sababli soʻnggi yillarda ekologik va biologik oʻgʻitlash tizimlariga qiziqish ortib bormoqda.

Ekologik va biologik oʻgʻitlash tizimlarida mineral va organik oʻgʻitlar hamda mikrobiologik preparatlar kombinatsiyasi qoʻllanadi. Bunday yondashuv tuproqda ammonifikatsiyalovchi, oligotrof, pedotrof va boshqa guruhlarga mansub mikroorganizmlar sonini koʻpaytirib, mineralizatsiya–immobilizatsiya jarayonlari muvozanatini yaxshilashi koʻrsatilgan **1.2**. Organik va biologik oʻgʻitlash tizimlarida azot mineralizatsiyasi va immobilizatsiyasi koeffitsientining 0,60–0,99 diapazonda boʻlishi bu jarayonlar nisbatan muvozanatlanganini tasdiqlaydi **1.3**.

1.4. Biooʻgʻitlar va mikroorganizmlarning hosildorlikka ta’siri

Mikrobiologik preparatlar (rizobakteriyalar, fosfor erituvchi va oʻsishni ragʻbatlantiruvchi bakteriyalar, zamburugʻlar) soya hosildorligi va tuproq biogenligini oshirishda muhim omil sifatida koʻrilmoqda. EM tipidagi preparatlarni tuproqqa solish va bargdan purkash soya rizosferasida umumiy mikroorganizmlar soni, azotobakter va aktinomitsetlar miqdorini sezilarli oshirgan va EM+NPK varianti barcha koʻrsatkichlar boʻyicha nazoratdan yuqori boʻlgani qayd etilgan **2.1**. Shu bilan birga, EM va NPK

kombinatsiyasi don hosilini 15,95 % gacha oshirgani aniqlangan **2.2**.

O‘xshash tajribalar boshqa mamlakatlarda ham yuqori samara bergan. NPK ga mikrobiologik preparat qo‘shilganda soya hosili 15,67 %, don oqsili 0,34 % va yog‘ miqdori 0,47 % ga ortgani ma’lum qilingan **7.1**. Tripartit mikroblar konsortsiumi (rizobiy, Bacillus va simbiotik zamburug‘) bilan ishlov berilganda esa o‘simlik bo‘yi, tugunaklar soni, dukkaklar soni va hosil 20 % atrofida oshgani, shuningdek donning oqsil va yog‘ tarkibi ham yaxshilangani ko‘rsatilgan **17.1**.

Bioo‘g‘itlardan foydalanishning iqtisodiy va ekologik tomoni ham muhim: ular mineral azot o‘g‘itlari me’yorini qisqartirish, tuproqning fizik-kimyoviy va mikrobiologik xususiyatlarini yaxshilash orqali barqaror dehqonchilikka xizmat qilishi ta’kidlanadi **19.1**.

1.5. Xulosa va tadqiqotning dolzarbligi

Keltirilgan manbalar soya ekinida mineral o‘g‘itlarni zamonaviy mikrobiologik preparatlar bilan birgalikda qo‘llash tuproq mikrobiologik faolligini oshirishi, simbiotik apparatni yaxshilashi, hosildorlik va don sifatini sezilarli oshirishini ko‘rsatadi **5.1**. Shu bois Andijon viloyati sharoitida turli bioo‘g‘itlar va ularning NPK bilan kombinatsiyasining soya o‘sishi, tuproq mikrobiologiyasi va hosildorligiga ta’sirini o‘rganish ilmiy va amaliy jihatdan dolzarb hisoblanadi.

Soya va mikrobiologik o‘g‘itlar bo‘yicha adabiyotlar tahlili: 2-bob davom

2.1. Urug‘larni ekish oldidan mikrobiologik o‘g‘itlar bilan ishlov berish

Ko‘plab tadqiqotlarda soya urug‘larini ekishdan avval mikrobiologik tayyorlov bilan qoplash unib chiqish, dastlabki o‘sish va yakuniy hosildorlikni oshirishi ko‘rsatiladi. Urug‘larni Azotovit va Fosfatovit aralashmasi bilan inokulyatsiya qilish barcha sinovdan o‘tgan navlarda eng yuqori don hosilini ta’minlagan, bu yerda aynan shu aralashma bilan ishlov berilgan Sculptor navi hosildorlik bo‘yicha ajralib chiqqan **17.1**.

Turkiyaning yarim qurg‘oqchil hududida o‘tkazilgan tajribada esa PGPR (Bacillus subtilis, Bacillus megaterium, Lactococcus spp.) konsorsiumiga asoslangan urug‘ biofilmi Ilksoy va Ceysoy mahalliy navlarida o‘sish va hosildorlikni sezilarli oshirgan, urug‘ qoplama ta’siri hosil bo‘yicha $p<0,01$ darajada ishonchli chiqqan **7.1**.

Rossiya sharoitida Nitragin KM va Organit N bilan urug‘larni birgalikda ishlash ham hosilni 0,31–0,50 t/ga ga

oshirgan, 3-variantda nazoratga nisbatan 19,1 % yuqori hosil olingan **4.1**.

2.2. Urug‘ inokulyatsiyasi va vegetatsiya davrida bargdan oziqlantirish kombinatsiyasi

Ba’zi ilmiy ishlar faqat urug‘ni inokulyatsiya qilish emas, balki vegetatsiya davrida bir necha marta bargdan bio- va mikroo‘g‘it berish kombinatsiyasi eng yuqori samara berishini ko‘rsatadi. Oryol viloyatida olib borilgan ko‘p yillik tadqiqotlarda Rizoform Soya, Organit R, Organit N, Pseudobacterin-3 va Biodux preparatlari urug‘ga va 1–3 uchbargli hamda g‘unchalash fazalarida bargdan qo‘llanilganda tugunaklar soni 57,6 % ga, ularning massasi 65 % ga, nitrogenaza faolligi esa 67,3 % ga oshgan **10.1**.

Ushbu kompleks ishlov variantlari navlarga bog‘liq holda 0,29–0,40 t/ga qo‘shimcha hosil bergan hamda don oqsili 1,0–1,1 % ga oshgan **10.2**.

Ukraina olimlari Rizoline inokulyanti va ikki marta kelatli mikroo‘g‘itlar bilan oziqlantirishni birlashtirganda Samorodok va Amadeus navlarida 50–56 dona tugunak/o‘simlik, ularning umumiy massasi 515–586 mg/o‘simlik va biologik fiksatsiyalangan azot 119–140 kg/ga gacha yetishini aniqlagan **12.1**.

2.3. EM va murakkab mikrobiologik o‘g‘itlarning NPK bilan integratsiyasi

So‘nggi yillarda EM (Effective Microorganisms) va murakkab mikrobiologik o‘g‘itlarni mineral NPK bilan birgalikda qo‘llash samaradorligi keng o‘rganilmoqda. Serbiya sharoitida 6 ta genotip bo‘yicha olib borilgan tajribada NPK + EM (tuproqqa berish + ikki marta bargdan purkash) varianti hosilni 15,67 % ga, oqsilni 0,34 %, yog‘ni 0,47 % ga oshirgan **20.1**.

Boshqa uch faktorli tajribada esa EM tuproqqa va bargdan berilib, NPK bilan kombinatsiyalanganida Rubin navida 4105,03 kg/ga gacha hosil olingan, EM alohida variantda nazoratga nisbatan 13,29 %, EM+NPK variantida esa 15,95 % qo‘shimcha hosil qayd etilgan **5.1**.

Xitoyning qora tuproqlarida kimyoviy o‘g‘it + murakkab mikrobiologik o‘g‘it kombinatsiyasi tuproq zichligini kamaytirib, porozlikni oshirgani va T2 (50 % N + murakkab mikrobiologik o‘g‘it) variantida hosilni an’anaviy o‘g‘itlashga nisbatan 13,02 % ga oshirgani aniqlangan **9.1**. Shu bilan birga, ushbu usul qora tuproqning o‘zini-o‘zi tiklash qobiliyatini kuchaytirishi qayd etilgan **9.2**.

Uzoq muddatli (10 yillik) tajribada rizobiy inokulyatsiyasi va PK birgalikda qo‘llanganda tugunaklar quruq massasi 33,94 %

ga, oʻrtacha hosil esa nazoratga nisbatan 32,25 %, mineral oʻgʻitlar foniga nisbatan 5–6 % ga oshgani koʻrsatilgan **16.1**.

2.4. Turli tuproq-iqlim sharoitlarida biooʻgʻitlarning samaradorligi (Andijon uchun ekstrapolyatsiya)

Qurgʻoqchil mavsumda vertisol tuproqlarda Rhizobium + AMF biooʻgʻitlari bilan uch tomonlama simbioz hosil qilish don hosili, 100 dona massasi, don soni va umumiy biomassa koʻrsatkichlarini NPK yoki oʻgʻitsiz variantlarga nisbatan sezilarli oshirgan **11.1**. Bu Andijonning issiq va nisbatan qurgʻoqchil vegetatsiya sharoitlari uchun ham muhim signal hisoblanadi.

Shoʻrlangan tuproqlarda esa rizosfera mikroorganizmlarining tarkibi oʻsimlik boʻyi 25 %, dukkak soni 26,6 %, don hosili 33 % kamayishi bilan bogʻliq boʻlgani aniqlangan **3.1**. Bu maʼlumotlar Andijon viloyatining ayrim shoʻrxok maydonlarida maxsus tuzga chidamli mikroblar asosidagi preparatlar ishlab chiqish zarurligini koʻrsatadi.

Braziliya va tropik sharoitlarda turli bakterial konsorsiumlar (Bradyrhizobium, Azospirillum, Bacillus va lipo-chito-oligosaxaridlarga boy MSM) soya rizosferasining kimyoviy tarkibini, oʻsimlik fiziologiyasi va don hosilini modulyatsiya qilgan, rizosoil unumdorligi va mikrobiom funksiyalarini kuchli oshirgan **8.1**. Bu yondashuvlar Andijon sharoitida ham moslashtirilgan konsorsium yaratish uchun ilmiy asos boʻla oladi.

2.5. Mineral oʻgʻitlarni qisman organik va biooʻgʻitlar bilan almashtirish

Soʻnggi yillarda mineral oʻgʻitlarning bir qismini organik va biooʻgʻitlar bilan almashtirish orqali tuproq sogʻligʻini saqlagan holda soya hosildorligini ushlab turish boʻyicha tadqiqotlar koʻpaymoqda. Albik (oq) tuproqlarda oʻtkazilgan tajribada mineral oʻgʻitning 75 % qismini organik oʻgʻitlar bilan almashtirish tuproq pH, organik modda, umumiy va harakatchan fosfor hamda gidrolizlangan azot miqdorini sezilarli oshirgani, shuningdek, ACE va Chao1 koʻrsatkichlari bilan baholangan mikroorganizmlar xilma-xilligini 19–21 % ga koʻpaytirgani qayd etilgan **2.1**.

Bu natijalar Andijon sharoitida ham mineral NPK normasi bir qismini organik va mikrobiologik oʻgʻitlar bilan almashtirish orqali tuproq biologik faolligini oshirish va barqaror hosil olish mumkinligini koʻrsatadi.

2.6. Tuproq mikrobiologik faolligi va rizosfera mikrobiomi dinamikasi

Soya ildiz atrofi (rizosfera) mikrobiomi tarkibi va dinamikasi oʻgʻitlash tizimiga juda sezgir boʻlib, bu hosildorlikka bevosita

ta'sir ko'rsatadi. 10 yillik dala tajribasida fosfor-kaliy (PK) o'g'itlari bilan birga rizobiy inokulyatsiyasi qo'llanilganda tugunaklar quruq massasi 33,94 % ga, o'rtacha hosil esa nazoratga nisbatan 32,25 % ga oshgani, shu bilan birga, bakterial hamjamiyat tarkibi va tuproq pH sezilarli o'zgargani aniqlangan **3.1**.

Qishloq xo'jaligida uzoq muddatli noteng (N, P yoki K yetishmasligi) o'g'itlash sharoitida soya ildiz mikrobiomi vaqt bo'yicha kuchli sukcesiya (almashinish)ga uchraydi. 40 yillik tajribada ayniqsa P yetishmagan (-P) variantlarda rizosferadagi bakteriyalar umumiy yuklamasi va almashinish tezligi kamaygani, ammo P tanqisligiga javob beruvchi P erituvchi va P-stress genlari keskin ko'paygani ko'rsatilgan **9.1**.

Bu ma'lumotlar Andijon sharoitida ham N va P balansini uzluksiz buzib turish tuproq mikrobiomining foydali funksiyalarini susaytirishi mumkinligini, shu bois muvozanatli mineral-bio o'g'it tizimlarini qo'llash zarurligini ko'rsatadi.

2.7. Sho'rlangan va kislotali tuproqlarda mikroblar roli

Sho'rlanish muammosi bo'lgan maydonlarda soya hosili keskin pasayadi. Sho'r-ishqoriy tuproqlarda soya o'simliklari bo'yi 25 %, dukkaklar soni 26,6 %, don hosili 33 % ga kamaygani, 100 dona massasi ham 13 % ga tushib ketgani qayd etilgan **5.1**. Shu bilan birga, sho'r tuproqlarda Proteobacteria, Planctomycetes va Actinobacteria kabi ayrim guruhlar sezilarli boyigan va ular karbon, azot, fosfor hamda oltingugurt aylanishidagi funksional KO genlari bilan chambarchas bog'liq ekani ko'rsatilgan **5.2**.

Kislotali tuproqlarda esa P o'zlashtirilishi cheklangan bo'lib, arbuskulyar mikoriza qo'ziqorinlari (AMF)dan foydalanish P o'g'itlashiga nisbatan samaraliroq bo'lishi mumkin. P-tanqis kislotali tuproqda yuqori P-samaradorlikka ega transgen PT6 navida AMF inokulyatsiyasi biomassani 46,74–65,22 % ga oshirgan, P o'g'itlash esa bunday ijobiy ta'sir bermagan **8.1**.

2.8. Mikrobial konsorsiumlar va uch tomonlama (tripartit) simbiozlar

Zamonaviy tadqiqotlar alohida shtammlardan ko'ra, kompleks mikrob konsorsiumlar samaradorligini ko'proq ta'kidlamoqda. Braziliya sharoitida Bradyrhizobium standard inokulyatsiyasi ustiga Bacillus subtilis, Azospirillum brasilense yoki lipo-chito-oligosaxaridga boy MSM qo'shilganda rizosoil unumdorligi, o'simlik oziqlanishi va don hosili kuchli yaxshilangani, bakterial konsorsiumlar rizosoil kimyosi va

mikrobiom funksiyasiga eng katta ta’sir ko‘rsatgani aniqlangan **13.1**.

Tripartit (Rizobiy + Bacillus sp. MN54 + Piriformospora indica) inokulyatsiya qilingan variantda o‘simlik bo‘yi 17,01 %, tugunaklar soni 17,35 %, dukkaklar soni 12,11 %, don hosili esa 20,50 % ga oshgani; don tarkibidagi oqsil va yog‘ miqdori ham 8,78–10,52 % gacha ortgani qayd etilgan **14.1**.

Bu yo‘nalish Andijon sharoitida ham rizobiy + PGPR + mikoriza konsorsiumlarini sinash va mahalliy navlarga moslashtirish zarurligini asoslaydi.

3-BOB. TAJRIBA OB’EKTI, SHAROITI VA METODIKASI

Ushbu bobda Andijon viloyati sharoitida soya yetishtirishda mikrobiologik va mineral o‘g‘itlardan foydalanish bo‘yicha dala tajribasining joylashuvi, sxemasi va o‘lchov usullari bayon etiladi. Maqsad – tanlangan navlar va o‘g‘it kombinatsiyalari fonida hosildorlik hamda tuproq-o‘simlik tizimidagi mikrobiologik ko‘rsatkichlarni ilmiy asosda baholash.

3.1. Tajriba o‘tkazilgan joy va tuproq-iqlim sharoiti

Tajriba Andijon viloyatining ... tumanidagi ilmiy-tajriba maydonida, bo‘z tuproqlarda (mexanik tarkibi, gumus, pH, NPK ko‘rsatkichlari keltiriladi) o‘tkaziladi. Iqlim quruq-issiq, vegetatsiya davrida yog‘in kam bo‘lib, bu qurg‘oqchilikka chidamli agrotexnika va bioo‘g‘itlarning ahamiyatini oshiradi; shunga o‘xshash sharoitda Rhizobium + AMF bioo‘g‘itlari qurg‘oq mavsumida hosil elementlarini sezilarli oshirgani qayd etilgan **9.1**.

3.2. Tajriba ob’ektlari

- Soya navlari (Faktor A) – mahalliy agroiqlimga mos 2–3 nav (masalan, o‘rtapishar yuqori hosilli va oqsilga boy navlar). Navlar tanlanishida ularning biologik azot fiksatsiyasi salohiyati hisobga olinadi; turli navlarda tugunaklar soni va fiksatsiyalangan azot keskin farq qilishi mumkinligi ko‘rsatib o‘tilgan **6.1**.
- Mikrobiologik o‘g‘itlar va inokulyantlar (Faktor B)
  1. Nazorat – inokulyatsiyasiz
  2. Bradyrhizobium asosidagi inokulyant (rizobiy)
  3. Rizobiy + PGPR (masalan, Bacillus / Azospirillum konsorsiumi) – bunday konsorsiumlar rizosoil unumdorligi va hosilni kuchli modulyatsiya qilishi ko‘rsatilgan **1.1**.
- Mineral va organik-mineral fon (Faktor C)
  1. O‘g‘itsiz fon
  2. Tavsiya etilgan NPK (100 %)

3. 50 % N + kompleks mikrobiologik oʻgʻit (Nning bir qismini biooʻgʻit bilan almashtirish) – shunga oʻxshash tizimda hosil 13,02 % ga oshgani maʼlum **18.1**.

3.3. Tajriba sxemasi va joylashtirish usuli

Tajriba uch pogʻonali omil tajribasi sifatida, tasodifiy bloklar usulida 3–4 takrorlikda oʻtkaziladi; shunga oʻxshash dizaynlar soya va mikroblar boʻyicha koʻplab ishlarda qoʻllangan **3.19.2**.

- Umumiy sxema: A × B × C = … variant, har biri … m² hisobiy maydon.
- Qator oraligʻi va ekish zichligi – mintaqaviy tavsiyalarga muvofiq (masalan, 45–60 sm).

3.4. Oʻgʻit qoʻllash va urugʻga ishlov berish texnologiyasi

- Mineral oʻgʻitlar: P va K toʻliq, N esa fon va variantlarga koʻra ekish oldidan hamda qisman chala meʼyorlarda (biooʻgʻit fonida) beriladi.
- Urugʻlarni inokulyatsiya qilish: ekishdan oldin urugʻlar rizobiy va zarur boʻlsa PGPR asosidagi preparatlar bilan qoplab chiqiladi. Azotovit + Fosfatovit aralashmasi bilan urugʻni ishlash eng yuqori don hosilini bergani qayd etilgan **4.1**.
- Bargdan biooziqlantirish (tajriba variantiga qarab): 1–3 uchbargli va gʻunchalash fazalarida preparatlar purkaladi; bunday kombinatsiya tugunaklar soni va nitrogenaza faolligini 57–67 % gacha oshirishi mumkinligi koʻrsatilgan **12.1**.

3.5. Dala kuzatuvlari va oʻlchanadigan koʻrsatkichlar

3.5.1. Fenologik va biometrik koʻrsatkichlar

- Unib chiqish (%), poyaning boʻyi, barg soni, vegetatsiya fazalarining davomiyligi.
- Dukkaklar soni oʻsimlikda, 100 dona urugʻ massasi, oʻrtacha hosil (t/ga) – standart metodika asosida.

3.5.2. Simbiotik apparat va azot fiksatsiyasi

- Gʻunchalash va gullash fazalarida har variantdan 10 ta oʻsimlikdan tugunaklar soni va massasi aniqlanadi; maksimal tugunak soni va massasi boʻyicha korrelyatsiya tahlili oʻtkaziladi **6.2**.
- Nitrogenaza faolligi – asetilenni etilenga qayta tiklash usuli yoki boshqa tavsiya etilgan usul bilan (agar laborator imkoniyat boʻlsa).

3.5.3. Tuproq mikrobiologik koʻrsatkichlari

Gullash fazasida ildiz atrofidagi rizosfera tuprogʻidan namunalar olinadi; bu yondashuv EM va NPK taʼsirini baholagan ishlar bilan mosdir **2.1**.

Aniqlanadi:

- umumiy bakteriyalar soni,
- azotobakterlar, aktinomitsetlar, zamburug‘lar soni (agar plitalash usullari bor bo‘lsa) **2.2**.

Imkoniyat bo‘lsa, tanlangan variantlarda zamonaviy usullar (16S rRNK sekvenslash, metagenomika) orqali rizomikrobiom dinamikasi ham o‘rganiladi; uzoq muddatli o‘g‘itlashda mikrobiomning kuchli sukcesiyasi qayd etilgani bu yo‘nalishni dolzarb etadi **15.1**.

3.5.4. Hosil sifati ko‘rsatkichlari

- Don tarkibi – oqsil va yog‘ miqdori laboratoriyada aniqlanadi; EM + NPK qo‘llanganda hosil bilan birga oqsil va yog‘ biroz oshishi mumkinligi qayd etilgan **7.1**.
- Zarur hollarda don tarkibidagi N va P (Kjeldal, fotometrik usul va h.k.) o‘lchanib, oziqa elementlari o‘zlashtirilish samaradorligi hisoblanadi; tripartit inokulyatsiya don va somonda N va P ni 6–12 % gacha oshirishi mumkin **19.1**.

3.6. Statistik tahlil

Olingan ma’lumotlar diskpersiya tahlili (ANOVA) yordamida qayta ishlanadi. Omillar va ularning o‘zaro ta’siri ishonchliligi 5 va 1 % darajada baholanadi. Zarur hollarda o‘rtacha qiymatlar LSD yoki Tukey testi bilan taqqoslanadi; ko‘plab soya tajribalarida shunday yondashuvlar qo‘llanadi **14.1**.

3.7. Tuproq kimyoviy tarkibini aniqlash usullari

Tajriba oldidan va hosil yig‘ilgandan so‘ng 0–20 sm qatlamdan aralash tuproq namunalari olinadi. Aniqlanadi: pH, gumus, umumiy N, harakatchan P va K, gidrolitik kislotalilik. Shimoliy sharoitlarda o‘tkazilgan soya tajribalarida ham tuproqning boshlang‘ich gumus, harakatchan P va K, pH va umumiy azot ko‘rsatkichlari batafsil keltiriladi **3.1**.

Kuchli mikrobiologik va NPK fonining ta’sirini baholash uchun tajriba davomida AP, OM va TN dinamikasi ham kuzatiladi; bu ko‘rsatkichlar rizosfera bakterial hamjamiyat tuzilishini aniqlovchi asosiy omillar sifatida qayd etilgan **11.1**.

3.8. Tuproq fizik xossalarini va strukturasi

Agar imkon bo‘lsa, tajriba boshida va oxirida:

- hajmiy massa,
- umumiy g‘ovaklik,
- agregatlar tarkibi (>5 mm, 0,25 mm dan kichik fraksiyalar) aniqlanadi.

Kompozit mikrobiologik o‘g‘itlar qo‘llanganda hajmiy massa kamayishi, g‘ovaklik va yirik agregatlar ulushi ortishi kuzatilgani, natijada soya hosili 13,02 % ga oshgani ko‘rsatilgan **15.1**.

Agar biochar ishlatilsa, biochar + mineral oʻgʻit kombinatsiyasi tuproq CEC, zaryad zichligi va mikroblar xilma-xilligini sezilarli oshirishi mumkin **1.1**.

3.9. Mikrobiologik koʻrsatkichlarni baholash

- Ammonifikatorlar, amilolitik, pedotrof, oligotrof va mikromitsetlar soni aniqlanadi; shu asosda mineralizatsiya–immobilizatsiya, oligotrofizm va pedotrofizm koeffitsientlari hisoblanadi **8.1**.

Ekologik va biologik oʻgʻit tizimlari ostida N mineralizatsiya–immobilizatsiya koeffitsienti 0,60–0,99 oraligʻida boʻlib, mineralizatsiya va immobilizatsiya jarayonlarining muvozanatliligini bildirishi qayd etilgan **8.2**.

3.10. Biooʻgʻitlar iqtisodiy samaradorligini baholash

Mikrobiologik preparatlar arzon, ammo hosil qoʻshimchasi yuqori boʻlgani uchun iqtisodiy tahlil kiritish maqsadga muvofiq. Misol uchun, biopreparatlar bilan kompleks ishlov oʻrtacha 0,31–0,50 t/ga hosil qoʻshimchasini bergani, nazoratga nisbatan 19,1 % gacha ortish qayd etilgan **3.2**.

Soya boʻyicha tajriba natijalari: 4-bob uchun kirish

4-bobda Andijon sharoitida oʻtkazilgan tajribangizdan olingan natijalar va ularning tahlili yoziladi. Quyida sizga mos keladigan umumiy tuzilma va matn boshlanishi keltiriladi; keyin siz oʻz raqamlaringizni qoʻyasiz.

4.1. Fenologik kuzatuvlar va oʻsish dinamikasi

Tajriba yillarida soya navlari unib chiqish davridan boshlab gullash va pishish fazalarigacha muntazam kuzatildi. Mikroorganizmlar va mineral oʻgʻitlar qoʻllanilganda oʻsimliklarning boʻyi, barg soni va vegetatsiya davri biroz oʻzgargani koʻplab tadqiqotlarda qayd etilgan; masalan, biooʻgʻitlar bilan ishlov oʻsish intensivligini 26–35 % gacha oshirishi mumkinligi koʻrsatilgan **11.1**.

Siz bu boʻlimda:

- har bir nav uchun fazalar boshlanish/ tugash sanalari,
- oʻrtacha boʻy (sm),
- biooʻgʻit fonida farqlarni jadval koʻrinishida keltirasiz.

4.2. Simbiotik apparat va tuproq mikrobiologik koʻrsatkichlari

Urugʻlarni inokulyatsiya qilish hamda bargdan biooziqlantirish tugunaklar soni va massasini oshirishi kutiladi. Shunga oʻxshash tajribalarda tugunaklar soni 50 tagacha, faol tugunak massasi esa 399–454 mg/oʻsimlikka yetgani qayd etilgan **4.1**.

EM yoki kompleks biooʻgʻitlar bilan ishlangan variantlarda rizosferadagi umumiy mikroorganizmlar, azotobakter va

aktinomitsetlar soni nazoratga nisbatan sezilarli oshishi ehtimoli bor; EM+NPK fonida bu koʻrsatkichlar keskin yuqoriligi aniqlangan **1.1**.

Bu yerda siz:

- tugunaklar soni va massasi boʻyicha jadval,
- TNB, AZB, ACT boʻyicha jadval va grafiklarni berasiz.

4.3. Hosildorlik va hosil elementlari

Biooʻgʻitlar va ularning NPK bilan kombinatsiyasi odatda don hosilini 10–20 % gacha oshirishi koʻrsatilgan. Masalan:

- EM+NPK varianti hosilni 15,95 % oshirgan **1.2**
- NPK + EM ishlatilganda soya hosili 15,67 % ga oshgani aniqlangan **2.1**.

Siz 4.3-boʻlimda:

- har bir variant uchun t/ga hosil,
- dukkaklar soni, 100 dona urugʻ massasi,
- foizda hosil qoʻshimchasi (nazoratga nisbatan) keltirasiz.

4.4. Don sifat koʻrsatkichlari (oqsil va yogʻ)

Mikrobiologik preparatlar fonida donning oqsil va yogʻ miqdori biroz ortishi mumkinligi qayd etilgan **2.2**.

Bu boʻlimda siz har bir nav va oʻgʻit varianti boʻyicha:

- oqsil %,
- yogʻ %,
- eng yuqori sifat koʻrsatkichlarini tahlil qilib yozasiz.

- 1
- **Microbiological activity of soils by soybean with different variants of fertilization**
- 2020·
- 1citation
- ·S. Hudz et al.
- PDF
- 2
- **Influence of Effective Microorganisms and Mineral Fertilizers on Soil Biogenicity Parameters and Soybean Yield**
- 2024·
- 0citations
- ·G. Cvijanović et al.·*International Journal of Innovat...*
- PDF

- 3
- **Dual microbial inoculation for tripartite benefits: soybean biomass enhancement, root rot control and chlorothalonil residue reduction**
- 2025·
- **0**citations
- ·Weiguang Jie et al.·*Frontiers in Plant Science*·
- PDF

- 4
- **The impact of combined application of biochar and fertilizer on the biochemical properties of soil in soybean fields**
- 2024·
- **4**citations
- ·Mingcong Zhang et al.·*PeerJ*·
- PDF

- 5
- **Nitrogen-Fixing Capacity of Soybean Varieties Depending on Seed Inoculation and Foliar Fertilization with Biopreparations**
- 2024·
- **11**citations
- ·Alina Korobko et al.·*Journal of Ecological Engineerin...*
- PDF

- 6
- **Microbial Fertilizer Seed Coating Effect on Different Soybean (Glycine Max L.) Varieties Growth Yield and Quality in Altınekin (Konya) Ecological Conditions**
- 2021·
- **0**citations
- ·Nurgül Kıtır Şen·*European Journal of Science and ...*
- PDF

- 7
- **The influence of effective microorganisms on the yield and quality of individual seed components of different soybean genotypes**
- 2024·
- **1**citation
- ·M. Bajagić et al.·*Acta agriculturae Serbica*
- PDF

- 8
- **Dynamic root microbiome sustains soybean productivity under unbalanced fertilization**
- 2024·
- **102**citations
- ·Mingxing Wang et al.·*Nature Communications*·
- PDF

- 9
- **Effects of organic fertilizer replacement on the microbial community structure in the rhizosphere soil of soybeans in albic soil**
- 2025·
- **12**citations
- ·Xue Pan et al.·*Scientific Reports*

- 10
- **Intensive technology of soybean cultivation based on the use of bacterial and mineral fertilizers**
- 2025·
- **0**citations
- ·V. Svirina et al.·*Agrarian science*
- PDF

- 11

- **Soybean productivity and financial viability with rhizobacteria, farming systems, and phosphorus doses**
-
- 2025·
- 1citation
- ·D. R. C. Cruz et al.·*Journal of Environmental Science...*·
-
- 12
- **Diverse bacterial consortia: key drivers of rhizosoil fertility modulating microbiome functions, plant physiology, nutrition, and soybean grain yield**
-
- 2024·
- 19citations
- ·L. Moretti et al.·*Environmental Microbiome*·
- PDF
-
- 13
- **Harnessing the power of microbes: Enhancing soybean growth in an acidic soil through AMF inoculation rather than P-fertilization**
-
- 2024·
- 9citations
- ·Zhongling Wen et al.·*Horticulture Research*
- PDF
-
- 14
- **Use of microbiological preparations in the cultivation of promising soybean varieties in the Oryol region**
-
- 2024·
- 0citations
- ·V. Zotikov et al.·*Rossijskaâ sel’skohozâjstvennaâ ...*
-
- 15

- **Manipulating rhizosphere microorganisms to improve crop yield in saline-alkali soil: a study on soybean growth and development**
-
- 2023·
- **37**citations
- ·Honglei Ren et al.·*Frontiers in Microbiology*
- PDF
-
- 16
- **Application bio-fertilizers to increase yields of zero-tillage soybean of two varieties under different planting distances in dry season on vertisol land of Central Lombok, Indonesia**
-
- 2019·
- **16**citations
- ·W. Wangiyana et al.·*PROCEEDINGS OF THE 2ND INTERNATI...*
- PDF
-
- 17
- **Tripartite microbial augmentation of Bradyrhizobium diazoefficiens, Bacillus sp. MN54, and Piriformospora indica on growth, yield, and nutrient profiling of soybean (Glycine max L.)**
-
- 2025·
- **6**citations
- ·M. Rafique et al.·*Frontiers in Microbiology*
- PDF
-
- 18
- **Long-term fertilization coupled with rhizobium inoculation promotes soybean yield and alters soil bacterial community composition**
-
- 2023·
- **26**citations
- ·Wanling Wei et al.·*Frontiers in Microbiology*
- PDF

-
- 19
- **Effect of Chemical Fertilizer with Compound Microbial Fertilizer on Soil Physical Properties and Soybean Yield**
-
- 2023·
- **8**citations
- ·Chenye Fu et al.·*Agronomy*
- PDF
-
- 20
- **PRODUCTIVITY OF SOYBEAN VARIETIES DEPENDING ON PRE-SOWING SEED TREATMENT WITH MICROBIOLOGICAL FERTILIZERS**
-
- 2023·
- **0**citations
- ·Y. Koryagin et al.